苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡生长性能、屠宰性能、肉品质及抗氧化性能的影响

杨耀翔[1]　杨　玉[1*]　董晓芳[2*]　佟建明[2]

（1.山西农业大学动物科技学院，太谷 030801；2.中国农业科学院北京畜牧兽医研究所，北京 100193）

摘　要：本试验旨在研究苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡生长性能、屠宰性能、肉品质及抗氧化性能的影响。选取 468 只 1 日龄爱拔益加（AA）肉仔鸡，随机分为 3 组，每组 12 个重复（公母各 6 个重复），每个重复 13 只鸡。组 1 为对照组，饲喂基础饲粮，组 2、组 3 分别在基础饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖，试验期 42 d。结果表明：与对照组相比，1）饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖对公鸡和母鸡的平均体重、平均日采食量、平均日增重、料重比、屠宰率、腿肌率和腹脂率均无显著影响（$P>0.05$），但显著提高了母鸡全净膛率和胸肌率（$P<0.05$），且添加 2 000 mg/kg 苜蓿多糖显著提高了公鸡胸肌率（$P<0.05$）。2）1 000 mg/kg 苜蓿多糖组（即组 2）公鸡胸肌 $pH_{45\ min}$ 显著提高（$P<0.05$），公鸡和母鸡胸肌滴水损失率和公鸡胸肌蒸煮损失率显著降低（$P<0.05$）；2 000 mg/kg 苜蓿多糖组（即组 3）公鸡和母鸡胸肌滴水损失率和公鸡胸肌蒸煮损失率显著降低（$P<0.05$）。1 000 mg/kg 苜蓿多糖组公鸡和母鸡腿肌滴水损失率和母鸡腿肌剪切力显著降低（$P<0.05$），母鸡腿肌 $pH_{24\ h}$ 显著提高（$P<0.05$）；2 000 mg/kg 苜蓿多糖组母鸡腿肌滴水损失率和剪切力显著降低（$P<0.05$）。3）1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖组 21 日龄公鸡血清总抗氧化能力（T-AOC）显著提高（$P<0.05$），2 000 mg/kg 苜蓿多糖组 35 和 42 日龄母鸡血清 T-AOC 显著提高（$P<0.05$），2 000

收稿日期：2016-08-22
基金项目："十二五"国家科技支撑计划课题（2013BAD10B04）；中国农业科学院科技创新工程（ASTIP-IAS08）；山西省科学技术发展计划项目（201603D221033-1）；山西省现代农业鸡产业技术体系(20161102)
作者简介：杨耀翔（1991-），男，山西柳林人，硕士研究生，动物营养与饲料科学专业。E-mail: yyx1859@163.com
*通信作者：杨　玉，教授，博士生导师，E-mail: sxauywd@126.com；董晓芳，副研究员，硕士生导师，E-mail: xiaofangd1124@sina.com

mg/kg 苜蓿多糖组 28 日龄公鸡和母鸡血清谷胱甘肽过氧化物酶（GSH-Px）活性显著提高（P<0.05），1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖组 21 和 35 日龄母鸡血清总超氧化物歧化酶（T-SOD）活性显著提高（P<0.05），但饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖对公、母鸡血清中丙二醛（MDA）含量无显著影响（P>0.05）；此外，饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖对公鸡和母鸡肝脏和胸肌中 T-AOC、GSH-Px 和 T-SOD 活性及 MDA 含量均无显著影响（P>0.05）。综上，饲粮中添加苜蓿多糖对公鸡和母鸡的生长性能无显著影响，但能够改善公鸡和母鸡的屠宰性能、肉品质和血清抗氧化性能，且苜蓿多糖的适宜添加量为 1 000 mg/kg。

关键词：苜蓿多糖；肉仔鸡；性别；生长性能；屠宰性能；肉品质；抗氧化性能

中图分类号：S816　　　　　　文献标识码：A　　　　　　文章编号：

植物多糖具有抗氧化、免疫调节、抗病毒、降血脂和降血糖等多种生物学功能，作为一种新型饲料添加剂正逐渐受到人们重视[1]。苜蓿多糖（alfalfa polysaccharide,AP）是从苜蓿中提取的植物多糖之一，同其他多糖如黄芪多糖[2]、牛膝多糖[3]、芝芪菌质多糖[4]、蒲公英多糖[5]等一样具有生物活性。已有研究表明，动物饲粮中添加一定剂量的苜蓿多糖能提高机体免疫力[6]、抗氧化能力[7]并能明显的促进生长[8]，还具有减少病毒感染[9]、降低血糖和血脂的作用[9]。欧阳克蕙等[10]研究表明，饲粮中添加 1.0%的水溶性苜蓿多糖能提高生长激素（*GH*）和胰岛素样生长因子-1（*IGF*-1）基因在肉鸡组织中的表达量，促进肉鸡的生长并改善屠宰性能。肉品质的好坏与抗氧化有关，机体抗氧化能力越高，受到的氧化应激越少，肉品质就越好[11-12]。目前关于苜蓿多糖的研究大多集中在抗氧化和免疫性能方面，而对肉鸡肉品质的影响未见相关报道。本试验通过在饲粮中添加不同水平的苜蓿多糖，饲喂不同性别的肉仔鸡，研究苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡生长性能、屠宰性能、肉品质及抗氧化性能的影响，为新型饲料添加剂的开发和应用提供试验依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

1 日龄爱拔益加（AA）肉仔鸡购自北京华都肉鸡公司。苜蓿多糖（多糖含量为 22.71%）由中国农业科学院北京畜牧兽医研究所饲料添加剂研究室提供。

1.2 试验设计

选取 1 日龄 AA 肉仔鸡 468 只，随机分为 3 组，每组 12 个重复，公母各 6 个重复，每个重复 13 只鸡。组 1 为对照组，饲喂基础饲粮，组 2、组 3 为试验组，分别在基础饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖。试验期 42 d。

1.3 试验饲粮及营养水平

选用玉米-豆粕型基础饲粮，参照《肉鸡饲养标准》（NY/T 33-2004）配制成粉状配合饲料。基础饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1 基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1 Composition and nutrient levels of basal diets (air-dry basis) %

项目 Items	1~3 周 1 to 3 weeks	4~6 周 4 to 6 weeks
原料 Ingredients		
玉米 Corn	56.00	59.00
豆粕 Soybean meal	36.00	33.00
豆油 Soybean oil	4.00	4.00
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.40	1.50
石粉 Limestone	1.30	1.20
食盐 NaCl	0.30	0.30
微量元素预混料 Trace mineral premix[1)]	0.20	0.20
维生素预混料 Vitamin premix[2)]	0.05	0.05
蛋氨酸 Met	0.20	0.10
次粉 Wheat middling	0.55	0.65

合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels3)		
代谢能 ME/（MJ/kg）	12.68	12.77
粗蛋白质 CP	21.06	19.92
赖氨酸 Lys	1.10	1.03
蛋氨酸 Met	0.51	0.40
蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.86	0.74
钙 Ca	1.01	1.00
有效磷 AP	0.46	0.48

1) 微量元素预混料为每千克饲粮提供 The trace mineral premix provided the following per kg of diets：Cu (as copper sulfate) 8 mg，Zn (as zinc sulfates) 40 mg，Fe (as ferrous sulfate) 80 mg，Mn (as manganese sulfate) 60 mg， Se (as sodium sulfate) 0.15 mg， I (as potassium iodide) 0.35 mg。

2) 维生素预混料为每千克饲粮提供 The vitamin premix provided the following per kg of diets：VA 1 500 IU，VD_3 200 IU，VE 10 IU，VK_3 0.5 mg，VB_1 1.8 mg，VB_2 3.6 mg，VB_6 3.5 mg，VB_{12} 0.01 mg，泛酸 pantothenic acid 10 mg，烟酸 nicotinic acid 35 mg，叶酸 folic acid 0.55 mg，生物素 biotin 0.15 mg。

3) 营养水平为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.4 饲养管理

试验于2015年9月在中国农业科学院北京畜牧兽医研究所昌平试验基地进行。进鸡前，对鸡舍进行消毒。试验分为 2 阶段，1~21 日龄为育雏期，22~42 日龄为育肥期。试验鸡采用 3 层笼养，自由采食和饮水，光照制度为第 1 周 24 h 光照，从第 2 周起为 23 h 光照和 1 h 黑暗。鸡舍湿度为 60%左右，温度进雏时为 35 ℃，从第 1 周起，每 2 d 下降 1 ℃，从第 3

周起，温度保持 24~26 ℃。饲养管理参照《AA 肉鸡饲养管理手册》执行。

1.5 测定指标及方法

1.5.1 生长性能

分别于 1、21 和 42 日龄对试验鸡禁食 12 h（断料不断水），以重复为单位，称量肉仔鸡体重和剩余料重，计算试验鸡 1~21 日龄、22~42 日龄和 1~42 日龄平均日采食量（ADFI）、平均日增重（ADG）、料重比（F/G）。试验期间每天记录各重复试验鸡的死淘鸡只数。

1.5.2 屠宰性能

于 42 日龄，从每个重复中选取 2 只鸡屠宰。称重后颈部放血，在 65 ℃的水浴中浸烫 1 min 后脱毛，称屠体重、全净膛重、两侧的胸肌重、两侧的腿肌重、腹部脂肪重、肌胃周围的脂肪重，计算屠宰率、全净膛率、胸肌率、腿肌率、腹脂率。相关计算公式如下：

屠宰率(%)=(屠体重/活重)×100；

全净膛率(%)=(全净膛重/活重)×100；

胸肌率(%)=(两侧的胸肌重/全净膛重)×100；

腿肌率(%)=(两侧的腿肌重/全净膛重)×100；

腹脂率(%)=[(腹部脂肪重＋肌胃周围的脂肪重)/全净膛重]×100。

1.5.3 肉品质指标

于 42 日龄，从每个重复中选 2 只鸡屠宰，分离胸肌和腿肌，用自封袋包装扎紧，于 4 ℃中保存用于肉品质测定。

肌肉 pH：在屠宰后 45 min 内测定胸肌和腿肌 pH（$pH_{45\ min}$），4 ℃保存 24 h 后再测胸肌和腿肌 pH（$pH_{24\ h}$）。每个样品测定 2 次，取其平均值。pH 测定所用仪器为 PH-STAR 胴体肌肉 pH 直测仪。

肌肉滴水损失率：取在 4 ℃中保存 24 h 后的胸肌和腿肌大约 10 g，称重(W_1)，用细铁丝钩住肉样一端，使肌纤维垂直向下挂入一次性纸杯中，然后装入自封袋，扎紧袋口，放于

4 ℃冰箱内，24 h 后取出再次称重（W_2）。滴水损失率计算公式如下：

滴水损失率=[(W_1-W_2)/W_1]×100。

肌肉蒸煮损失率：取在 4 ℃中保存 24 h 后的胸肌和腿肌，将肉样切成 3.5 cm×1.0 cm×0.5 cm 的长方体块状，称重（W_1），然后装入自封袋封口，放入 80 ℃恒温水浴锅中 10 min，待中心温度达到 70 ℃后放置室温冷却，称重（W_2）。蒸煮损失率计算公式如下：

蒸煮损失率=[(W_1-W_2)/W_1]×100。

肌肉剪切力：取经过蒸煮损失分析并冷却至室温后的肉样进行剪切力测定。每个肉样测定 3 次，取其平均值。测定所用嫩度仪为 C-LM4 型数显式嫩度仪。

1.5.4　抗氧化指标

在 14、21、28、35、42 日龄，从每个重复中选 3 只鸡采血 2 管（约 4 mL）放于室内，待有少量血清析出后，3 000 r/min 离心 8 min，取上层血清分装于 EP 管中，于-20 ℃保存待测。试验结束后，从每个重复中选取 2 只鸡屠宰，取肝脏和胸肌（去脂肪），用预冷的生理盐水冲洗，立即放入液氮中，-80 ℃保存备测。

血清、肝脏和胸肌中谷胱甘肽过氧化物酶（glutathione peroxidase,GSH-Px）和总超氧化物歧化酶（total superoxide dismutase,T-SOD）活性、总抗氧化能力（total antioxidant capacity,T-AOC）及丙二醛（malondialdehyde,MDA）含量的测定均按南京建成生物工程研究所提供的试剂盒说明书进行。

1.6　数据处理

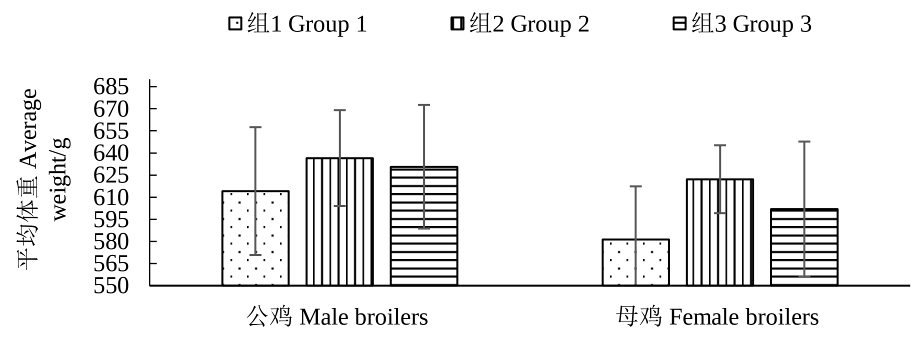
采用 SAS 9.3 统计软件中的 ANOVA 过程进行单因素方差分析，用 Duncan 氏法进行多重比较，以 $P<0.05$ 作为差异显著性判断标准。

2　结　果

2.1　苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡生长性能的影响

由图 1~5 可知，与对照组相比，饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖对公鸡和母

鸡 21 和 42 日龄的平均体重以及对公鸡和母鸡 1~21 日龄、22~42 日龄和 1~42 日龄的 ADFI、ADG 及 F/G 均无显著影响（P>0.05）。



数据柱形标注不同小写字母表示差异显著（P<0.05），无字母标注或标注相同字母表示差异不显著（P>0.05）。 下图同。

Value columns with different small letters mean significant difference (P<0.05), while with no or the same letters mean no significant difference (P>0.05). The same as below.

图1 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡21日龄平均体重的影响

Fig.1 Effects of alfalfa polysaccharide on average body weight of 21 days of age in male and female broilers

图2 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡42日龄平均体重的影响

Fig.2 Effects of alfalfa polysaccharide on average body weight of 42 days of age in male and female

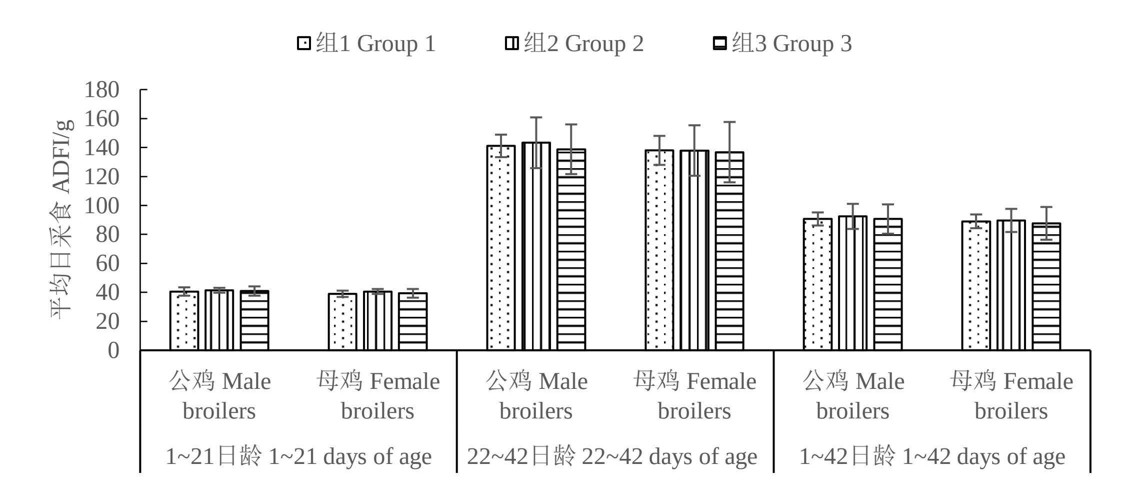


图3 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡平均日采食量的影响

Fig.3 Effects of alfalfa polysaccharide on ADFI in male and female broilers

117

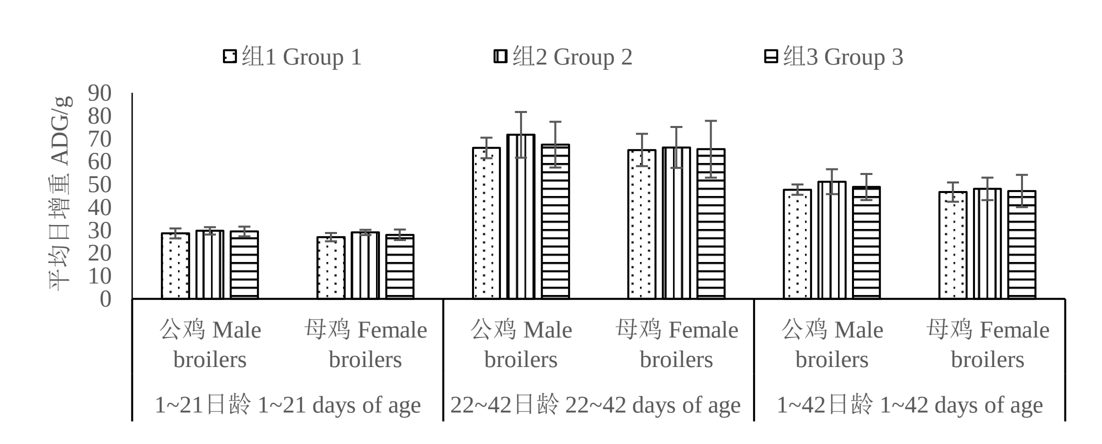


图4 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡平均日增重的影响

Fig.4 Effects of alfalfa polysaccharide on ADG in male and female broilers

118

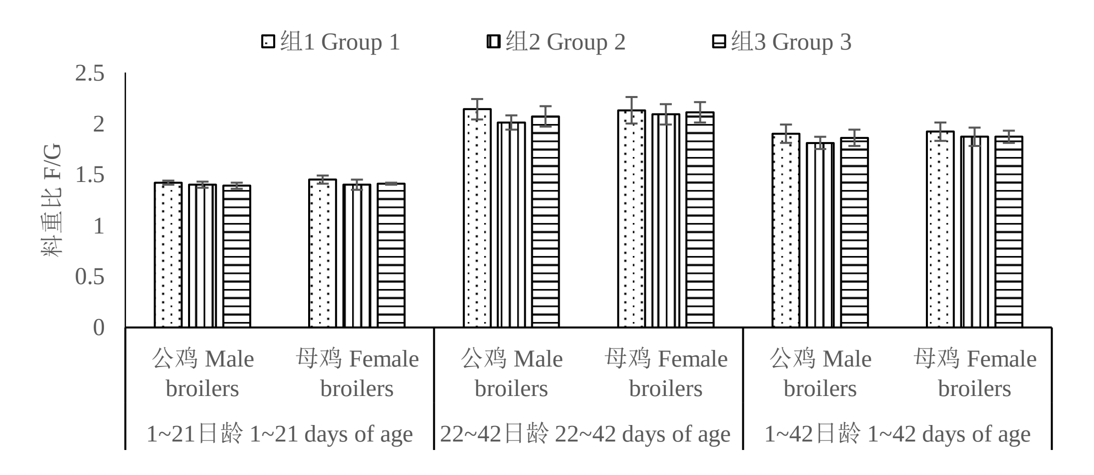


图5 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡料重比的影响

Fig.5 Effects of alfalfa polysaccharide on F/G in male and female broilers

119

2.2 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡屠宰性能的影响

由图 6 可知，与对照组相比，饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖对公鸡和母鸡屠宰率均未产生显著影响（P>0.05）。由图 7 可知，与对照组相比，饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖显著提高了母鸡全净膛率（P<0.05），而对公鸡全净膛率无显著影响（P>0.05）。由图 8 可知，与对照组相比，饲粮中添加 2 000 mg/kg 苜蓿多糖显著提高了公鸡胸肌率（P<0.05），添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖显著提高了母鸡胸肌率（P<0.05）。由图 9、图 10 可知，与对照组相比，饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖对公鸡和母鸡腿肌率和腹脂率均未产生显著影响（P>0.05）。

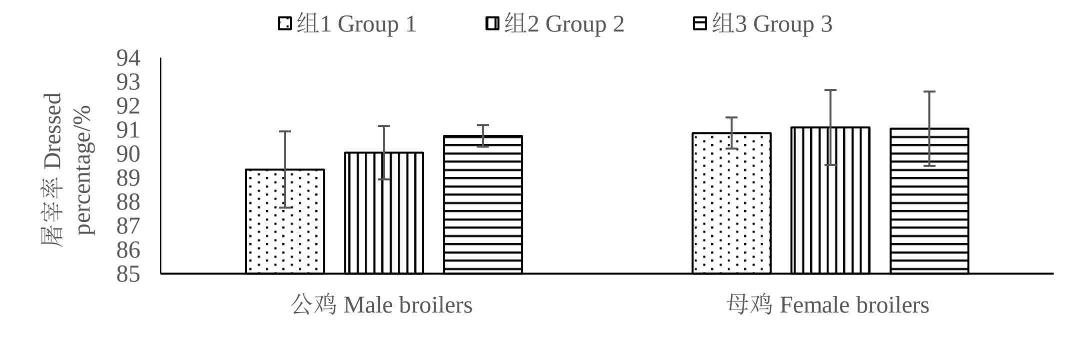


图6 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡屠宰率的影响

Fig.6 Effects of alfalfa polysaccharide on dressed percentage in male and female broilers

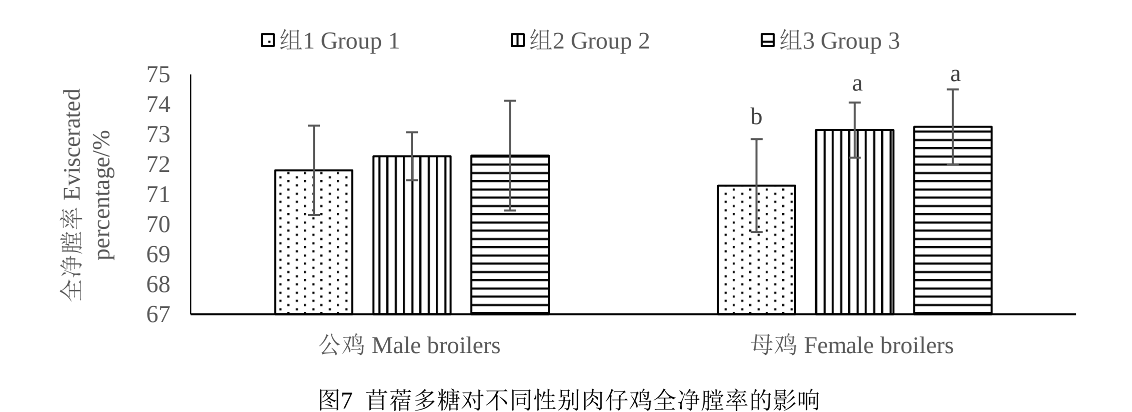


图7 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡全净膛率的影响

Fig.7 Effects of alfalfa polysaccharide on eviscerated percentage in male and female broilers

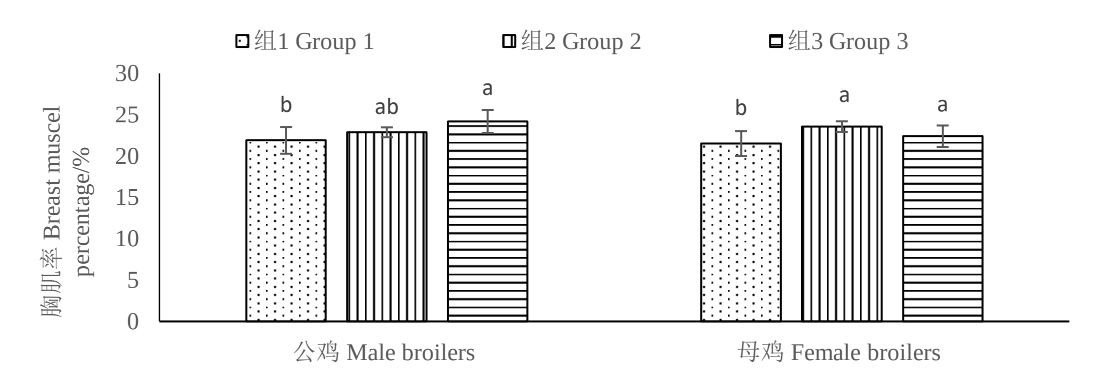


图8 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡胸肌率的影响

Fig.8 Effects of alfalfa polysaccharide on breast muscle percentage in male and female broilers

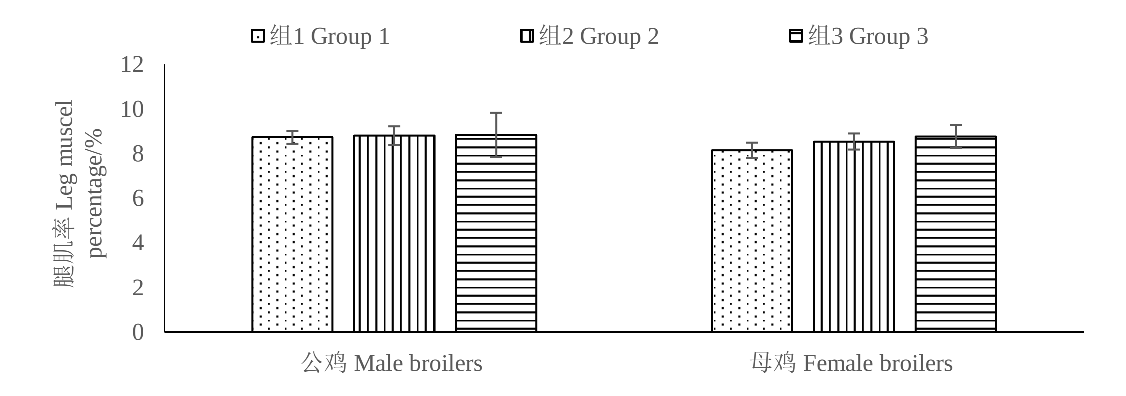


图9 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡腿肌率的影响

Fig.9 Effects of alfalfa polysaccharide on leg muscle percentage in male and female broilers

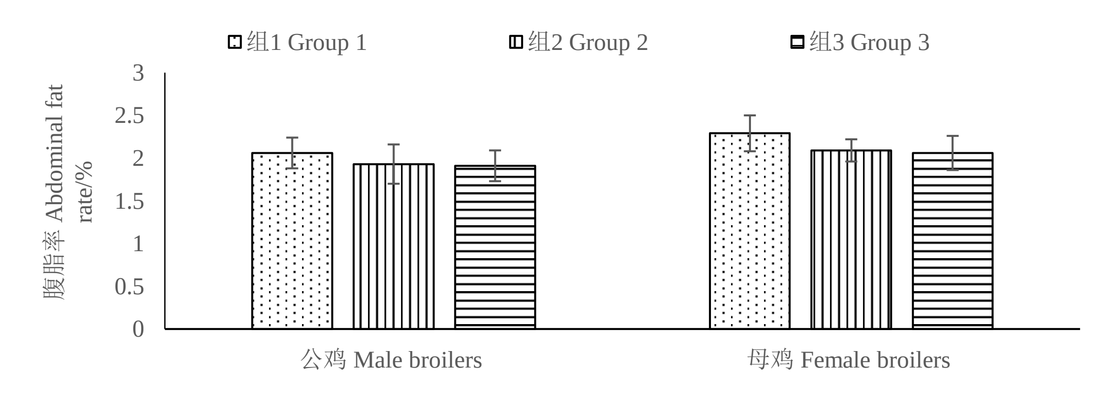


图10 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡腹脂率的影响

Fig.10 Effects of alfalfa polysaccharide on abdominal fat rate in male and female broilers

2.3 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡肉品质的影响

由图 11 可知，与对照组相比，饲粮中添加 1 000 mg/kg 苜蓿多糖显著提高了公鸡胸肌 $pH_{45\ min}$（P<0.05），而对母鸡胸肌 $pH_{45\ min}$ 无显著影响（P>0.05）；饲粮添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖对公鸡和母鸡胸肌 $pH_{24\ h}$ 的影响不显著（P>0.05）。由图 12 可知，与对照组相比，

饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖显著降低了公鸡和母鸡胸肌滴水损失率(*P*<0.05)。由图 13 可知，与对照组相比，饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖显著降低了公鸡胸肌蒸煮损失率（*P*<0.05），而对母鸡胸肌蒸煮损失率无显著影响（*P*>0.05）。由图 14 可知，与对照组相比，饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖对公鸡和母鸡胸肌剪切力无显著影响（*P*>0.05），但在数值上均有降低。

由图 15 可知，与对照组相比，饲粮中添加 1 000 mg/kg 苜蓿多糖显著提高了母鸡腿肌 $pH_{24\ h}$（*P*<0.05），而添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖对公鸡和母鸡腿肌 $pH_{45\ min}$ 和公鸡腿肌 $pH_{24\ h}$ 的影响不显著（*P*>0.05）。由图 16 可知，与对照组相比，饲粮中添加 1 000 mg/kg 苜蓿多糖显著降低了公鸡腿肌滴水损失率（*P*<0.05），添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖显著降低了母鸡腿肌滴水损失率（*P*<0.05）。由图 17 可知，与对照组相比，饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖对公鸡和母鸡腿肌蒸煮损失率的影响不显著（*P*>0.05）。由图 18 可知，与对照组相比，饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖显著降低了母鸡腿肌剪切力（*P*<0.05），而对公鸡腿肌剪切力无显著影响（*P*>0.05）。

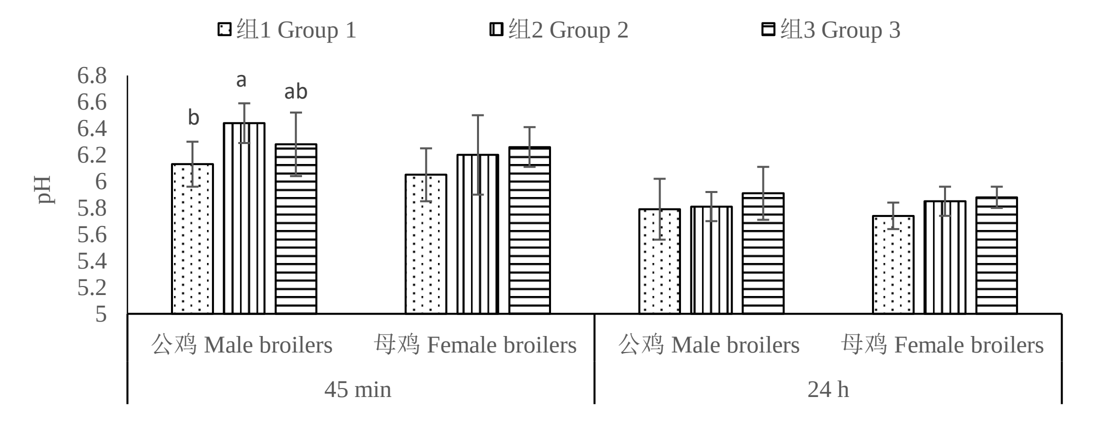


图11 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡胸肌pH的影响

Fig.11 Effects of alfalfa polysaccharide on pH of chest muscle in male and female broilers

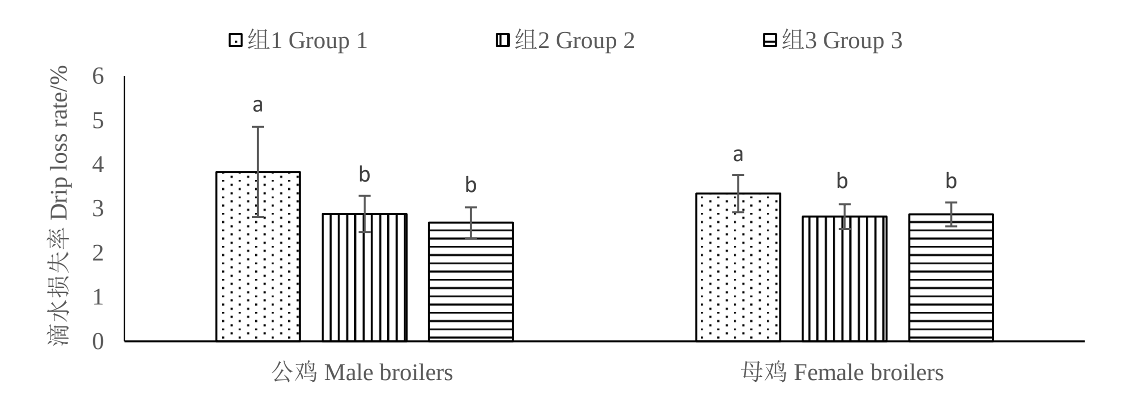


图12 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡胸肌滴水损失率的影响

Fig.12 Effects of alfalfa polysaccharide on drip loss rate of chest muscle in male and female broilers

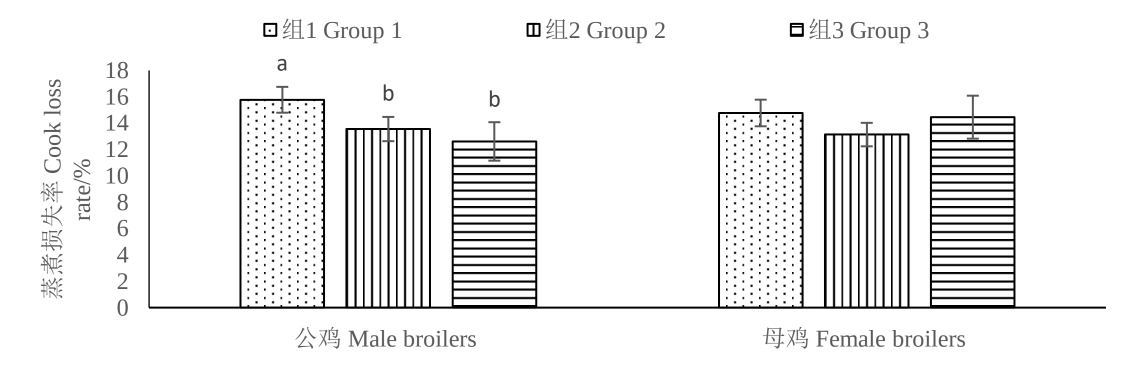


图13 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡胸肌蒸煮损失率的影响

Fig.13 Effects of alfalfa polysaccharide on cook loss rate of chest muscle in male and female broilers

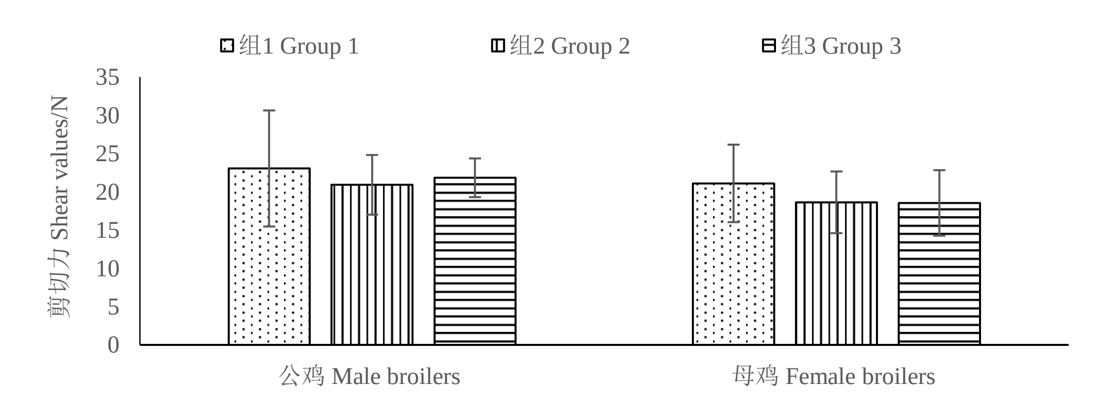


图 14 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡胸肌剪切力的影响

Fig.14 Effects of alfalfa polysaccharide on shear values of chest muscle in male and female broilers

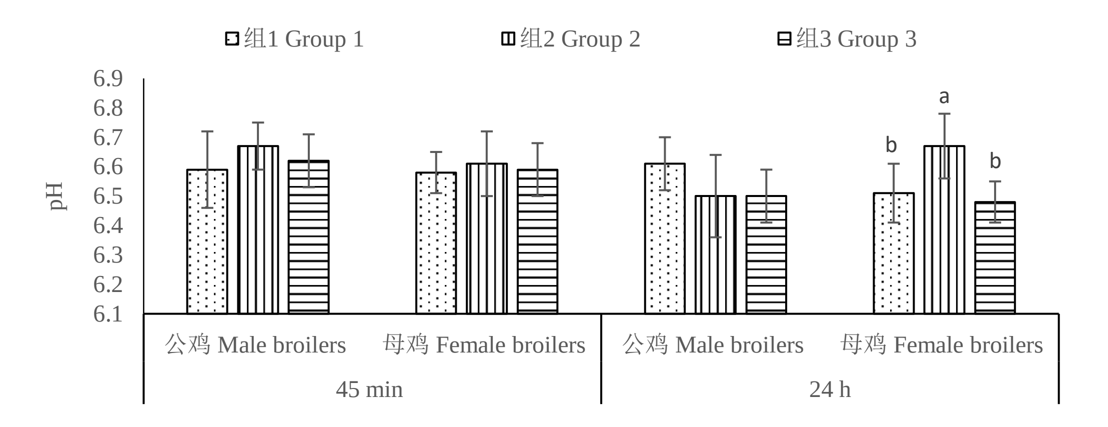


图15 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡腿肌pH的影响

Fig.15 Effects of alfalfa polysaccharide on pH of leg muscle in male and female broilers

154

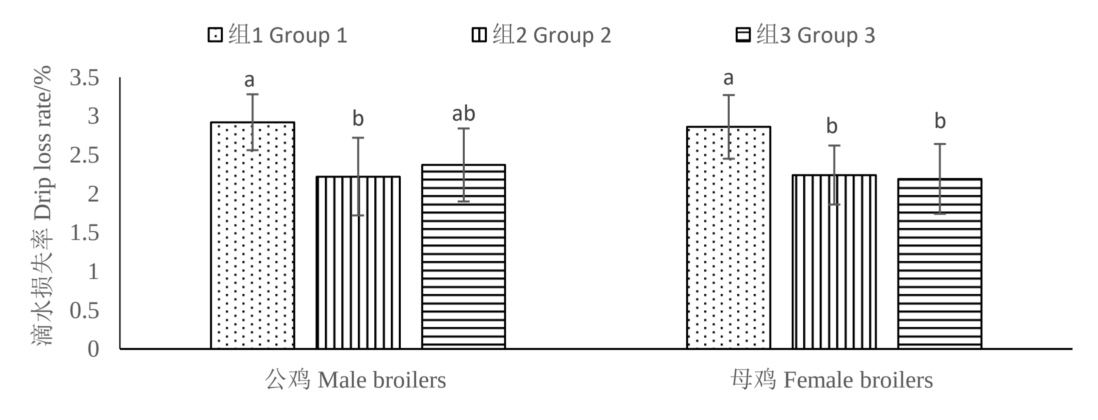


图16 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡腿肌滴水损失率的影响

Fig.16 Effects of alfalfa polysaccharide on drip loss rate of leg muscle in male and female broilers

155

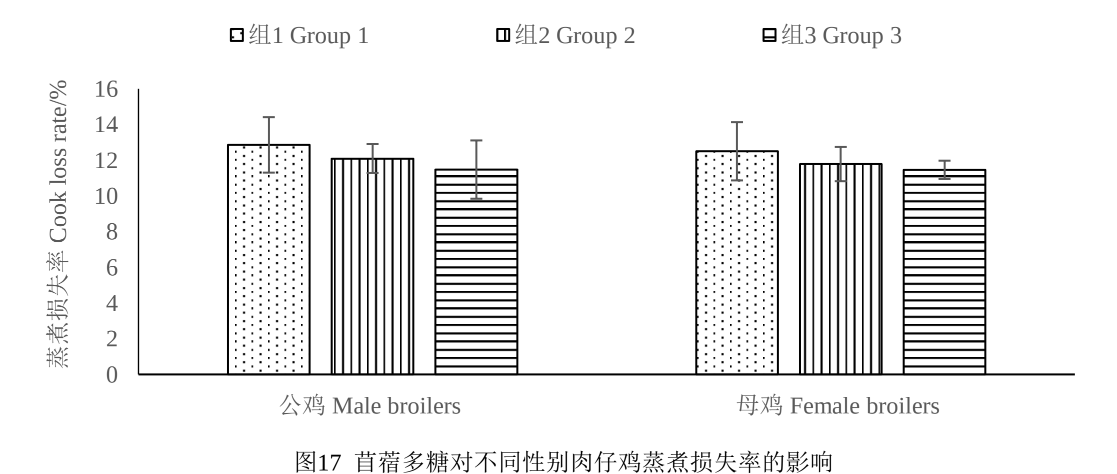


图17 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡蒸煮损失率的影响

Fig.17 Effects of alfalfa polysaccharide on cook loss rate of leg muscle in male and female broilers

156

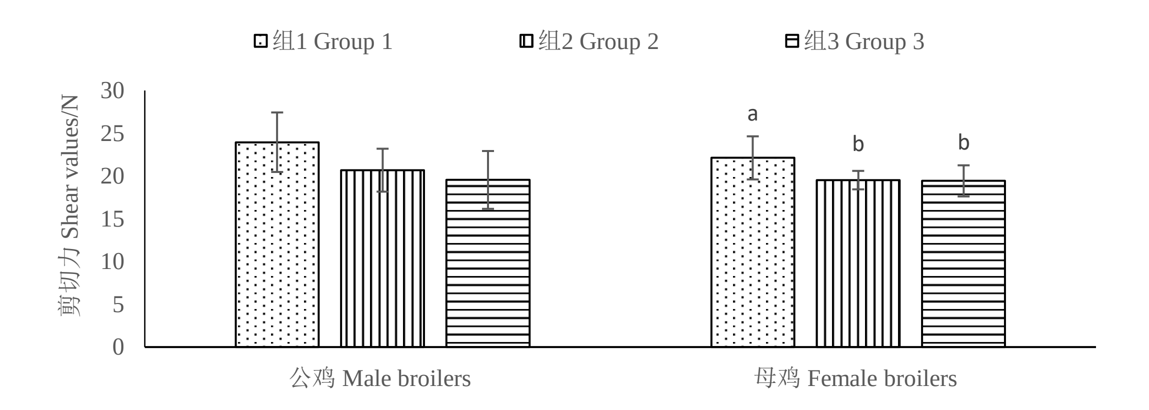


图18 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡腿肌剪切力的影响

Fig.18 Effects of alfalfa polysaccharide on shear fource of leg muscle in male and female broilers

2.4 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡抗氧化性能的影响

2.4.1 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡血清抗氧化性能的影响

由图 19 可知，在 21 日龄，与对照组相比，饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖显著提高了公鸡血清中 T-AOC（*P*<0.05）；而对于母鸡，2 000 mg/kg 苜蓿多糖组（即组 3）血清中 T-AOC 在 35 日龄较对照组和 1 000 mg/kg 苜蓿多糖组（即组 2）显著提高（*P*<0.05），2 000 mg/kg 苜蓿多糖组血清中 T-AOC 在 42 日龄较对照组显著提高（*P*<0.05），其余各采样时间点组间无显著差异（*P*>0.05）。由图 20 可知，在 28 日龄，与对照组相比，饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖显著提高了公鸡血清中 GSH-Px 活性（*P*<0.05）；而对于母鸡，在 28 日龄，2 000 mg/kg 苜蓿多糖组血清中 GSH-Px 活性较对照组和 1 000 mg/kg 苜蓿多糖组显著提高（*P*<0.05），其余各采样时间点组间无显著差异（*P*>0.05）。由图 21 可知，在 21 日龄， 2 000 mg/kg 苜蓿多糖组公鸡血清中 T-SOD 活性较对照组和 1 000 mg/kg 苜蓿多糖组显著降低（*P*<0.05）；而对于母鸡，在 21 日龄和 35 日龄，1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖组血清中 T-SOD 活性较对照组显著提高（*P*<0.05），其余各采样时间点组间无显著差异（*P*>0.05）。由图 22 可知，与对照组相比，饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖对公鸡和母鸡血清中 MDA 含量无显著影响（*P*>0.05）。

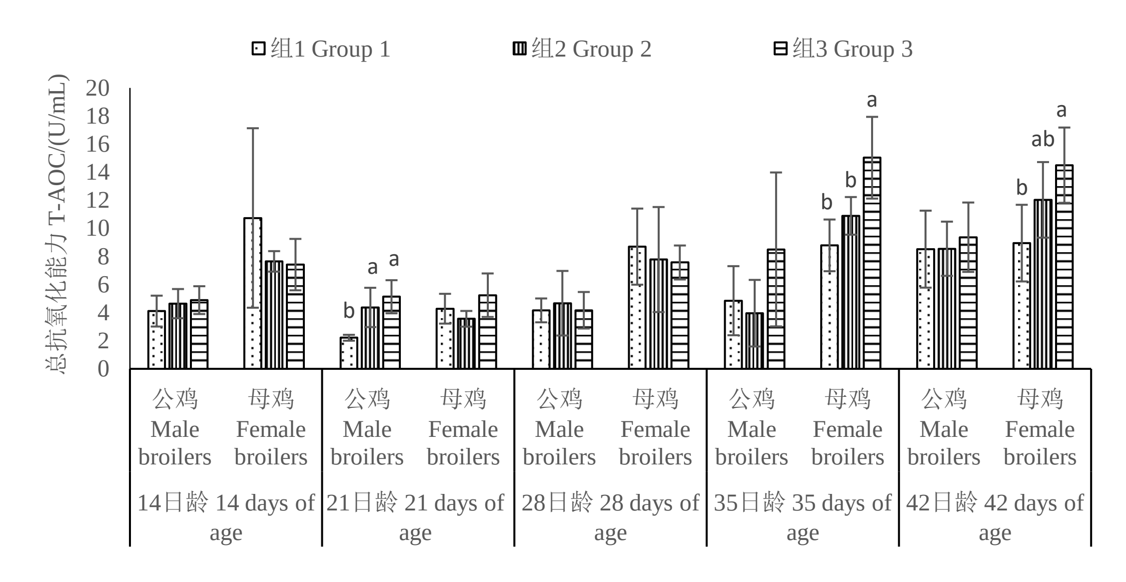


图19 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡血清总抗氧化能力的影响

Fig.19 Effects of alfalfa polysaccharide on serum T-AOC in male and female broilers

173

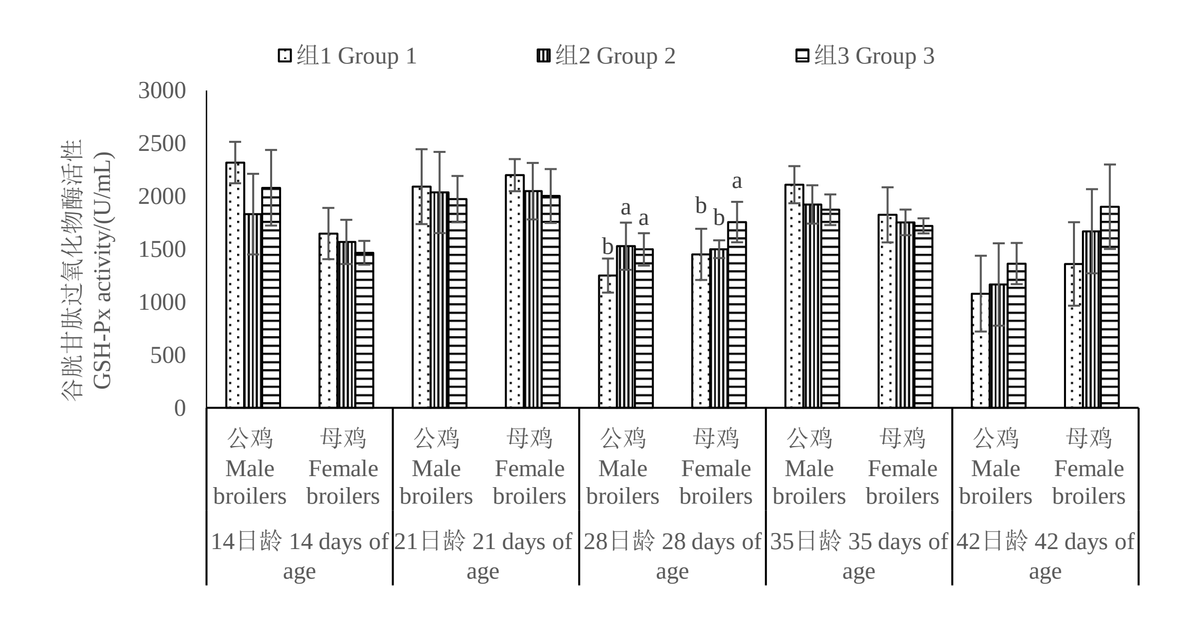


图20 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡血清谷胱甘肽过氧化物酶活性的影响

Fig.20 Effects of alfalfa polysaccharide on serum GSH-Px activity in male and female broilers

174

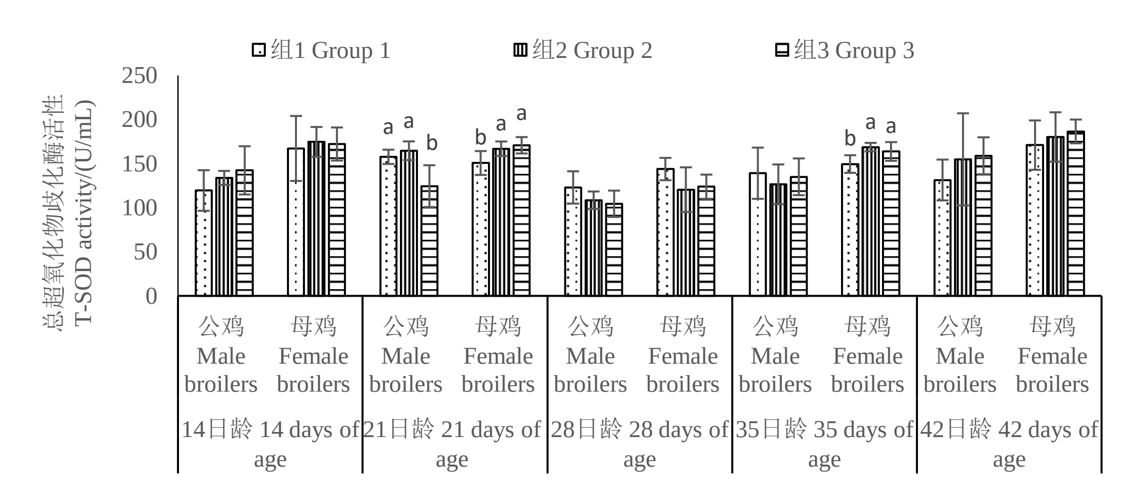


图21 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡血清总超氧化物歧化酶活性的影响

Fig.21 Effects of alfalfa polysaccharide on serum T-SOD activity in male and female broilers

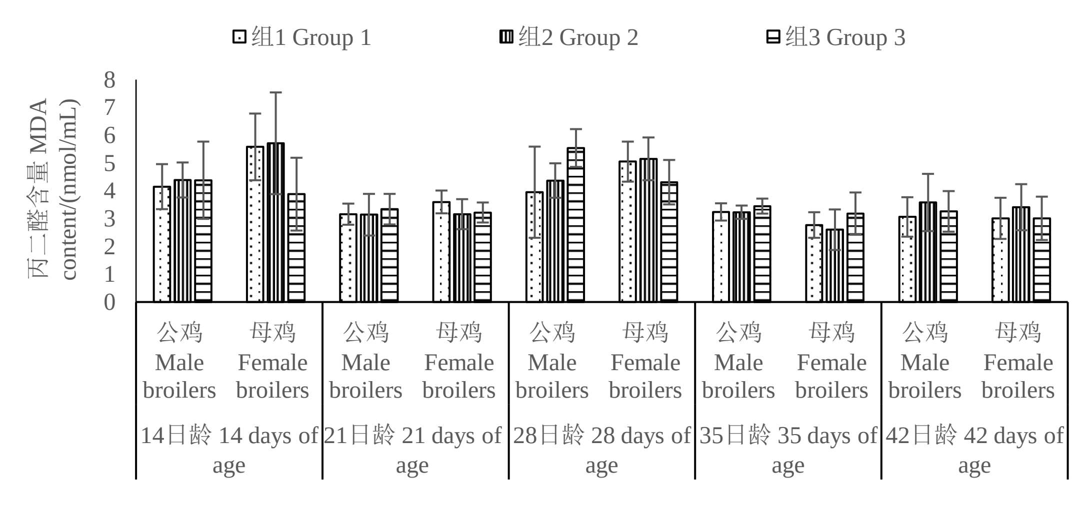


图22 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡血清丙二醛含量的影响

Fig.22 Effects of alfalfa polysaccharide on serum MDA content in male and female broilers

2.4.2 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡肝脏抗氧化性能的影响

由图 23 至图 26 可知，与对照组相比，饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖对公鸡和母鸡肝脏 T-AOC、GSH-Px 和 T-SOD 活性及 MDA 含量均无显著影响（P>0.05）。

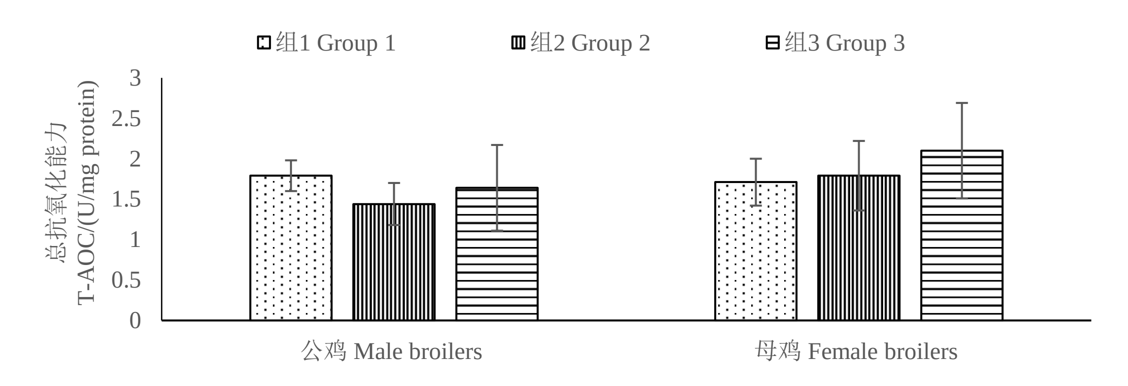


图23 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡肝脏抗总抗氧化能力的影响

Fig.23 Effects of alfalfa polysaccharide on T-AOC in liver of male and female broilers

180

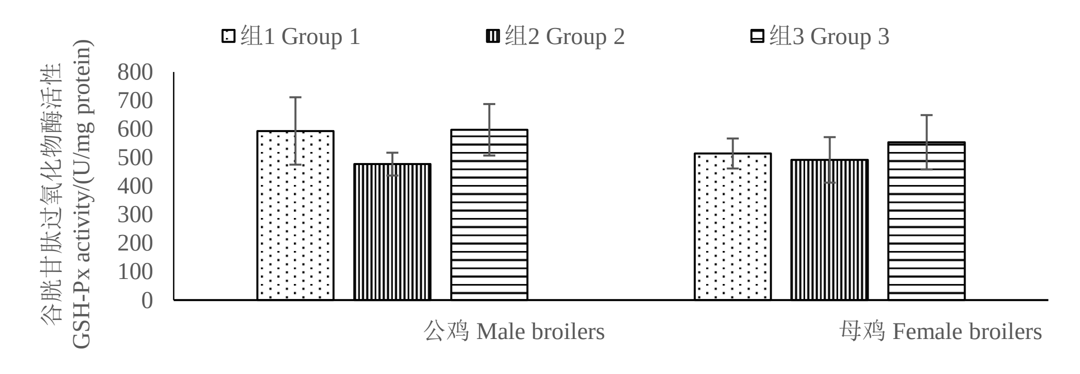


图24 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡肝脏谷胱甘肽过氧化物酶活性的影响

Fig.24 Effects of alfalfa polysaccharide on GSH-Px activity in liver of male and female broilers

181

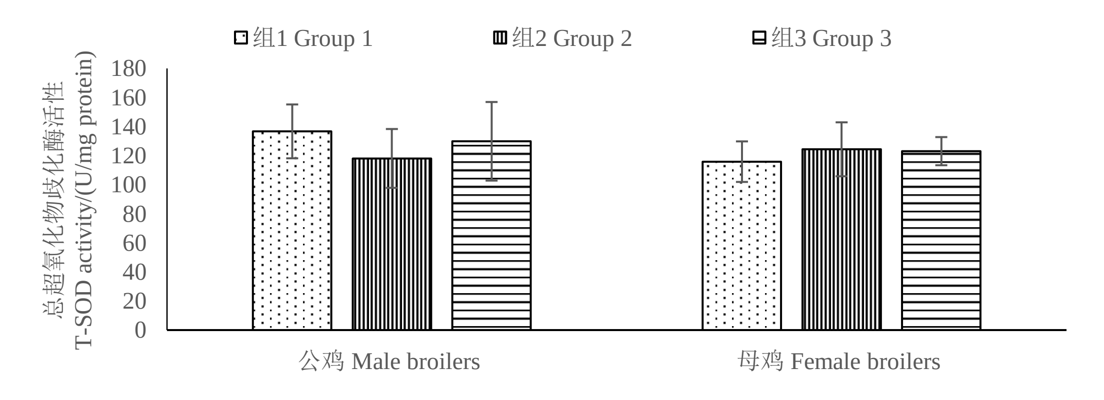


图25 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡肝脏总超氧化物歧化酶活性的影响

Fig.25 Effects of alfalfa polysaccharide on T-SOD activity in liver of male and female broilers

182

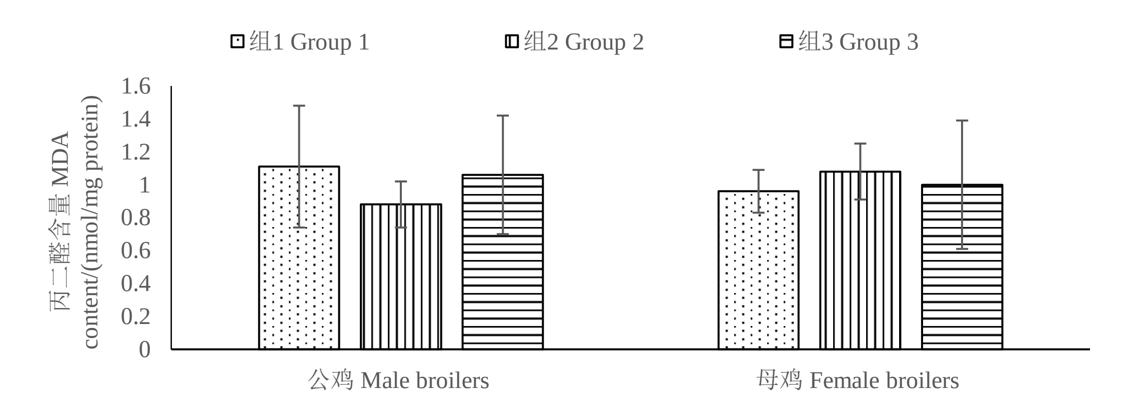


图26 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡肝脏丙二醛含量的影响

Fig.26 Effects of alfalfa polysaccharide on MDA content in liver of male and female broilers

183

184 2.4.3 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡胸肌抗氧化性能的影响

185 由图 27 至图 30 可知，与对照组相比，饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖对公

186 鸡和母鸡胸肌 T-AOC、GSH-Px 和 T-SOD 活性及 MDA 含量均无显著影响（P>0.05）。

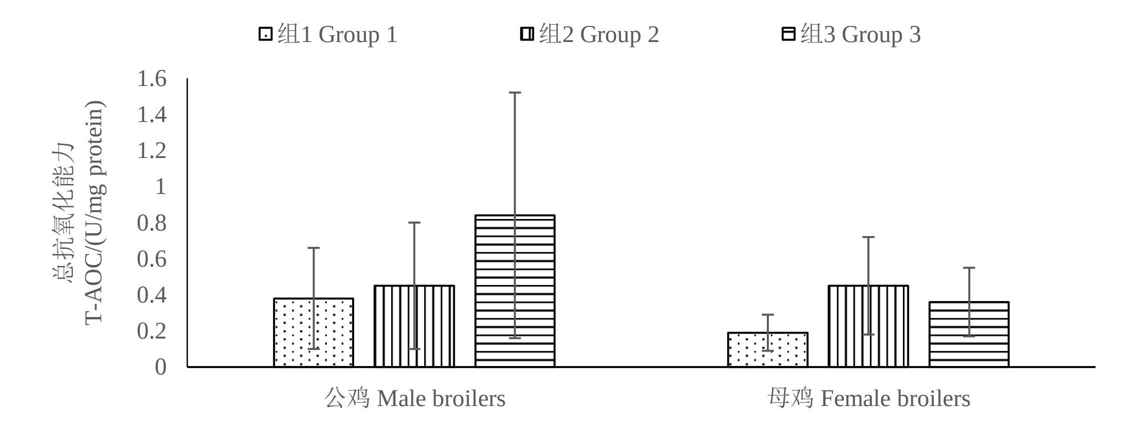


图27 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡胸肌总抗氧化能力的影响

Fig.27 Effects of alfalfa polysaccharide on T-AOC in chest muscle of male and female broilers

187

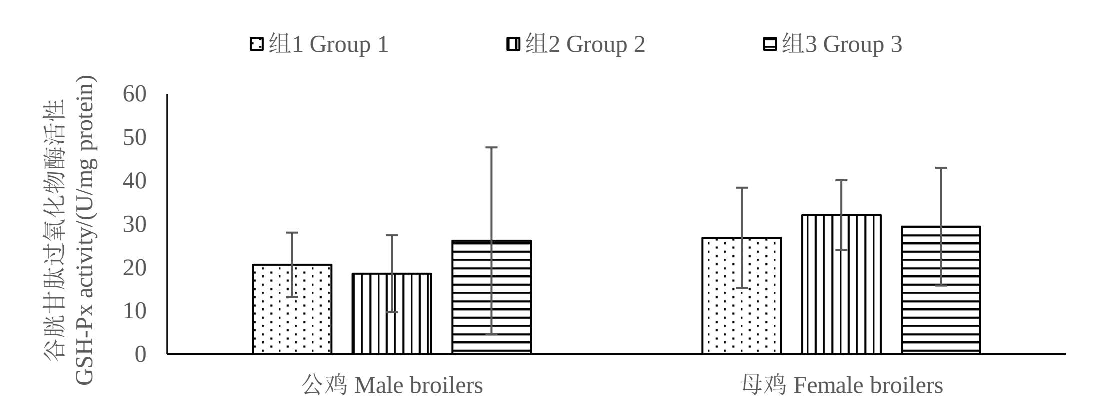


图28 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡胸肌谷胱甘肽过氧化物酶活性的影响

Fig.28 Effects of alfalfa polysaccharide on GSH-Px activity in chest muscle of male and female broilers

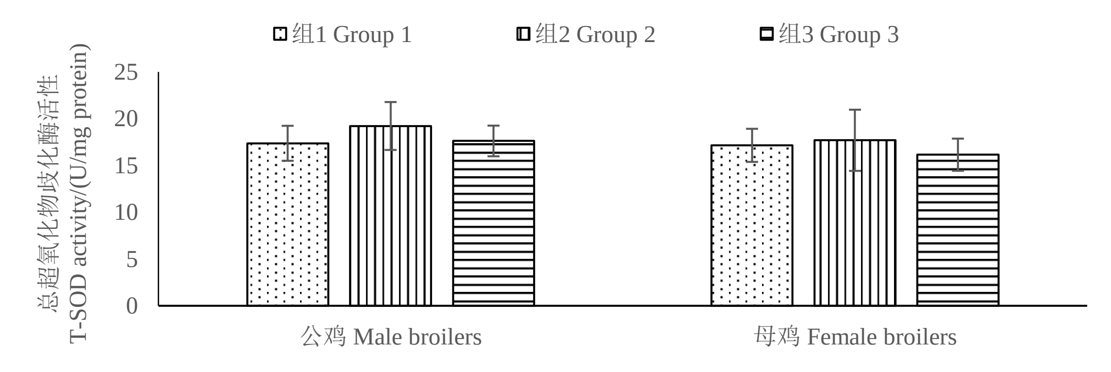


图29 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡胸肌总超氧化物歧化酶活性的影响

Fig.29 Effects of alfalfa polysaccharide on T-SOD activity in chest muscle of male and female broilers

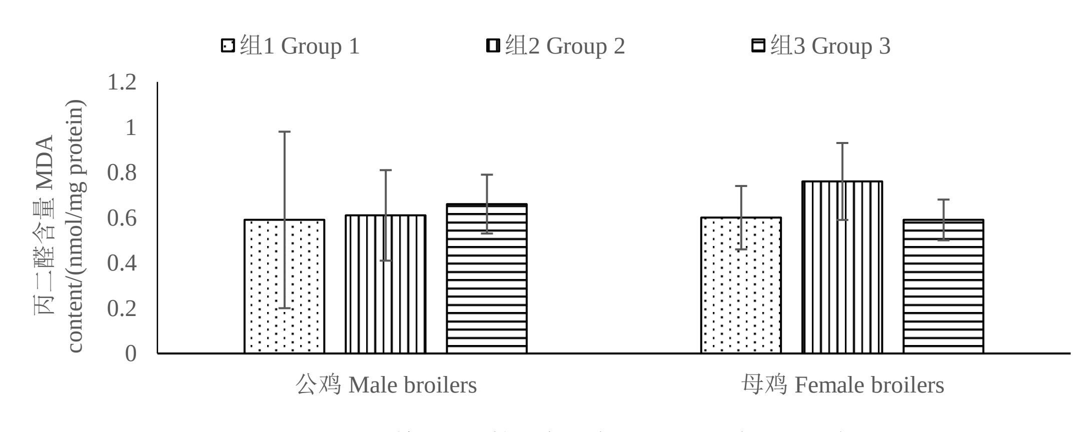


图30 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡胸肌丙二醛含量的影响

Fig.30 Effects of alfalfa polysaccharide on MDA content in chest muscle of male and female broilers

3 讨 论

3.1 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡生长性能的影响

目前，关于植物多糖对肉仔鸡生长性能影响的报道不尽一致。陈红莉[13]研究表明，饲

粮中添加 1%和 2%苜蓿多糖能显著提高 AA 肉仔鸡的体重、ADG，同时 1%添加组显著降低 F/G。刘大林等[8]研究也表明，饲粮中添加 1%苜蓿多糖能显著提高 AA 肉仔鸡体重、ADG，显著降低 F/G。Guo 等[2]研究表明，与负对照组相比，饲粮中添加蘑菇多糖（香菇多糖和银耳多糖）或黄芪多糖均能够改善 AA 肉仔鸡的生长性能，且香菇多糖的最适添加量为 0.2%，且与抗生素组相比差异不显著，说明蘑菇多糖和黄芪多糖与抗生素的作用效果基本一致。以上研究都表明植物多糖具有促生长作用，其原因可能是植物多糖具有提高机体免疫性能[6]和抗氧化能力的作用[14]，从而减少病毒感染，使机体能充分利用营养物质。而 Chen 等[3]报道，与对照组相比，饲粮中添加 200 mg/kg 牛膝多糖或者 200 mg/kg 黄芪多糖对 AA 肉仔鸡的生长性能无显著影响。本试验结果表明，饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖对 AA 肉仔鸡 21 和 42 日龄的平均体重以及对 1~21 日龄、22~42 日龄和 1~42 日龄的 ADFI、ADG 和 F/G 均无显著影响。这一结果与 Chen 等[3]报道一致，但与以上其他报道不一致，原因可能与多糖的来源、多糖的添加量及饲养环境有关。

3.2 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡屠宰性能的影响

刘大林等[8]研究表明，饲粮中添加苜蓿多糖对 AA 肉仔鸡的屠宰率、半净膛率、全净膛率、胸肌率和腿肌率的影响均不显著。李娜等[15]研究表明，饲粮中添加 500 mg/kg 西瓜皮多糖能显著提高 21 日龄科宝肉鸡的胸肌率，并具有降低腹脂率和腿肌率的趋势，但对 42 日龄胴体品质无显著影响。欧阳克蕙等[10]研究表明，饲粮中添加不同水平苜蓿多糖对 AA 肉仔鸡的屠宰率和腿肌率没有显著影响，但 1.0%和 1.5%苜蓿多糖组能显著提高 AA 肉仔鸡的胸肌率，降低腹脂率，从而改善屠宰性能。本试验研究表明，饲粮中添加 1 000 和 2 000 mg/kg 苜蓿多糖对公鸡和母鸡的屠宰率、腿肌率和腹脂率无显著影响，但能显著提高母鸡的全净膛率和胸肌率，添加 2 000 mg/kg 苜蓿多糖还能显著提高公鸡的胸肌率。其原因可能与苜蓿多糖能显著提高蛋白质的代谢率和降低粗脂肪代谢率[13]有关。

3.3 苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡肉品质的影响

肌肉 pH、滴水损失率、蒸煮损失率和剪切力是评价肉品质的重要物理指标。其中肌肉 pH 是反映动物屠宰后肌肉中糖原酵解速度的指标，随着放置时间的延长，乳酸含量增加，肌肉 pH 逐渐下降。本试验表明，胸肌 $pH_{24\ h}$ 低于胸肌 $pH_{45\ min}$，符合这一规律，而腿肌 $pH_{24\ h}$ 与腿肌 $pH_{45\ min}$ 相当，这可能是由于腿肌中糖原含量较少，分解的乳酸较少，导致 pH 的变化不明显。当 pH 下降到接近于肌肉中肌红蛋白等电点时，蛋白质与水的结合力降低，此时，肌肉的保水力降低，滴水损失率增加，所以肌肉 pH 越高，保水力越好，货架期越长[16]。肌肉滴水损失率和蒸煮损失率越低，肌肉的保水力越高，嫩度越好。肌肉滴水损失率与其细胞膜结构的完整性有关，完整性越好，滴水损失率越低[11,17]，而植物多糖具有抗氧化能力，从而能防止细胞膜脂质氧化，保护细胞膜的完整性，阻止肌质中的液体通过细胞膜流出[14,18]，降低肌肉的滴水损失率。El-Rammouz 等[19]研究表明，肌肉 pH 与滴水损失率、蒸煮损失率和失水率呈负相关，滴水损失率和失水率呈正相关，蒸煮损失率和剪切力呈正相关。霍光明等[4]研究表明，饲粮中添加 1.12 和 2.24 g/kg 芝芪菌质多糖能显著降低 AA 肉鸡肌肉的失水率，并能改善肉色，但对肌肉剪切力和 pH 无显著影响。Hanczakowska 等[20]研究表明，饲粮中添加 1 000 mg/kg 金花菊提取物能够显著提高宰后猪肉的保水能力和 $pH_{45\ min}$。文敏等[21]研究表明，给生长猪饲粮中添加 4 000 mg/kg 银耳多糖可显著降低肌肉的滴水损失率，提高眼肌 pH。本试验结果表明，饲粮中添加苜蓿多糖能提高公鸡胸肌 $pH_{45\ min}$，降低公鸡胸肌、腿肌滴水损失率和公鸡胸肌蒸煮损失率；提高母鸡腿肌 $pH_{24\ h}$，降低母鸡胸肌、腿肌滴水损失率和母鸡腿肌剪切力。但总体来看，添加苜蓿多糖后公鸡、母鸡胸肌、腿肌的 $pH_{45\ min}$ 和 $pH_{24\ h}$ 呈现升高的趋势，滴水损失率、蒸煮损失率及剪切力呈下降趋势，与 El-Rammouz 等[19]的报道一致，这说明饲粮中添加苜蓿多糖可改善公鸡和母鸡的肉品质，且 pH 与系水力存在一定的相关性，本试验中苜蓿多糖以添加量为 1 000 mg/kg 为宜。

3.4　苜蓿多糖对不同性别肉仔鸡抗氧化性能的影响

机体在正常生理状态下，自由基的产生和消除保持动态平衡，这种动态平衡一旦被破坏，

自由基就会竞争性利用细胞代谢所必需的还原氢，造成细胞代谢损伤。GSH-Px 和超氧化物歧化酶（SOD）是机体内抗氧化系统的重要酶系，GSH-Px 可以分解机体过氧化氢[22]，SOD 可以消除羟基自由基及氧自由基，从而保护细胞膜的结构和功能免受其攻击以及减少脂质过氧化物的生成[23-24]。T-AOC 是衡量体内抗氧化能力的综合指标；MDA 是脂质过氧化的终产物，它能引起膜脂和膜蛋白交联，导致细胞的各种功能丧失，且其含量越高说明脂质受活性氧自由基攻击的程度越高[25]。因此，提高肉仔鸡机体抗氧化酶活性，降低 MDA 含量，对肉仔鸡的健康生长起着重要作用。

徐春燕[7]研究表明，饲粮中添加 500 mg/kg 苜蓿多糖能显著提高肉仔鸡血清 T-AOC 以及 T-SOD 和 GSH-Px 活性，抑制氧自由基的产生。陈芬芳[26]研究表明，饲粮中添加 25 和 50 mg/kg 刺五加多糖能显著提高肉鸡血清中 T-SOD 和 GSH-Px 的活性，且添加 50 mg/kg 刺五加多糖还能显著降低肉鸡血清中 MDA 的含量。姚旭等[27]研究表明，饲粮中添加 1 000 和 3 000 mg/kg 小刺猴头发酵浸膏多糖能显著提高 AA 肉鸡血清和肝脏中 T-SOD 和过氧化氢酶（CAT）的活性，并显著降低 MDA 含量。王珅等[5]研究表明，饮水中添加 5 g/L 蒲公英多糖能显著提高 AA 肉鸡胸肌中 SOD 活性，并降低 MDA 含量，且作用效果与维生素 E 相近。Lai 等[28]研究发现，从绿豆中提取的绿豆多糖在体外具有较强的清除超氧阴离子自由基和二苯基苦基肼(DPPH)自由基的能力，提示绿豆多糖具有抗氧化性能。Wang 等[14]对蛋鸡肝细胞进行的体外试验研究表明，苜蓿多糖能提高蛋鸡肝细胞 SOD、CAT 活性和 T-AOC，且能保持细胞膜的完整性，说明苜蓿多糖具有抗氧化性能。已有研究表明，肉品质好坏与脂质氧化有关[11-12,29]，尤其是动物屠宰后肌肉的抗氧化性能下降[30]，导致不饱和脂肪酸被迅速氧化，造成生物膜完整性被破坏，大量液体外流，很容易造成可溶性营养物质的损失，最后导致肉品质降低。李华等[31]研究表明，SOD 活性越高和 MDA 含量越低的肌肉，其保水能力越高，肉质越细嫩。饲粮中添加植物多糖提高机体抗氧化性能的可能机制：一是多糖分子能提高体内抗氧化酶活性；二是多糖分子直接作用于自由基本身，消除氧自由基[32]。本试验研究发现，饲粮

中添加苜蓿多糖后显著提高了 21 日龄公鸡和 35、42 日龄母鸡血清 T-AOC，显著提高了 28 日龄公鸡和母鸡血清 GSH-Px 活性，显著提高了 21 日龄和 35 日龄母鸡血清 T-SOD 活性，但血清和组织中的 MDA 含量差异不显著，说明试验期间肉仔鸡没有经受明显的氧化应激，从而血清和组织脂质过氧化的终产物无明显变化，具体原因有待进一步研究。

4 结 论

饲粮中添加苜蓿多糖对公鸡和母鸡的生长性能均无显著影响，但可以改善公鸡和母鸡的屠宰性能、肉品质和血清抗氧化性能，且苜蓿多糖的添加量以 1 000 mg/kg 为宜。

参考文献：

[1] LEE K Y,LEE M H,CHANG I Y,et al.Macrophage activation by polysaccharide fraction isolated from *Salicornia herbacea*[J].Journal of Ethnopharmacology,2006,103(3):372–378.

[2] GUO F C,KWAKKEL R P,WILLIAMS B A,et al.Effects of mushroom and herb polysaccharides,as alternatives for an antibiotic,on growth performance of broilers[J].British Poultry Science,2004,45(5):684–694.

[3] CHEN H L,LI D F,CHANG B Y,et al.Effects of Chinese herbal polysaccharides on the immunity and growth performance of young broilers[J].Poultry Science,2003,82(3):364–370.

[4] 霍光明,张李阳,周业飞,等.芝芪菌质多糖对 AA 肉鸡生长、免疫和肉品质的影响[J].扬州大学学报:农业与生命科学版,2010,31(3):39–43.

[5] 王珅,毕聪明,陈强,等.蒲公英多糖对肉鸡血清生化指标及抗氧化指标的影响[J].畜牧与兽医,2015,47(5):74–76.

[6] 刘晴雪,董晓芳,佟建明,等.水溶性苜蓿多糖对肉仔鸡生长及免疫性能的影响[J].饲料研究,2010(7):1–4,8.

[7] 徐春燕.苜蓿多糖和黄芪多糖对肉仔鸡抗氧化性能影响的研究[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2010.

[8] 刘大林,胡楷崎,王秀萍,等.苜蓿多糖对肉仔鸡生长性能及血清生化指标的影响[J].上海畜牧兽医通讯,2011(3):2–4.

[9] 王彦华,王成章,史莹华,等.苜蓿多糖的研究进展[J].草业科学,2007,24(4):50–53.

[10] 欧阳克蕙,熊小文,王文君,等.水溶性苜蓿多糖对肉仔鸡生长性能、胴体品质及生长激素和胰岛素样生长因子-1 基因表达的影响[J].动物营养学报,2014,26(5):1272–1278.

[11] JENSEN C,LAURIDSEN C,BERTELSEN G.Dietary vitamin E:quality and storage stability of pork and poultry[J].Trends in Food Science & Technology,1998,9(2):62–72.

[12] 黄冠庆,林红英,黄晓亮,等.谷氨酰胺对黄羽肉鸡生长、抗氧化力及肉品质的影响[J].中国畜牧杂志,2010,46(21):60–64.

[13] 陈红莉.苜蓿多糖对肉仔鸡消化代谢、生长及免疫性能影响的研究[D].硕士学位论文.石河子:石河子大学,2006:18–24.

[14] WANG S P,DONG X F,TONG J M,et al.Optimization of enzyme-assisted extraction of polysaccharides from alfalfa and its antioxidant activity[J].International Journal of Biological Macromolecules,2013,62:387–396.

[15] 李娜,王陆潇,龙红,等.西瓜皮多糖对肉仔鸡生长性能及胴体性能的影响[J].饲料研究,2015(4):29–31.

[16] RUSSELL S M,FLETCHER D L,COX N A.Spoilage bacteria of fresh broiler chicken carcasses[J].Poultry Science,1995,74(12):2041–2047.

[17] ALLEN C D,FLETCHER D L,NORTHCUTT J K,et al.The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf-life[J].Poultry Science,1998,77(2):361–366.

[18] GRAY J I,GOMAA E A,BUCKLEY D J.Oxidative quality and shelf life of meats[J].Meat Science,1996,43(Suppl.1):111–123.

[19] EL RAMMOUZ R,BABILÉ R,FERNANDEZ X.Effect of ultimate pH on the

physicochemical and biochemical characteristics of turkey breast muscle showing normal rate of postmortem pH fall[J].Poultry Science,2004,83(10):1750–1757.

[20] HANCZAKOWSKA E,SWIATKIEWICZ M.Effect of feed supplementation with the purple coneflower (*Echinacea purpurea*) extract on fatty acid profile and quality of pig meat[J].Polish Journal of Food and Nutrition Sciences,2007,57(Suppl.4B):229–233.

[21] 文敏,贾刚,李霞,等.银耳多糖对生长肥育猪生产性能、免疫功能及肉质的影响[J].动物营养学报,2010,22(6):1644–1649.

[22] BLOKHINA O,VIROLAINEN E,FAGERSTEDT K V.Antioxidants,oxidative damage and oxygen deprivation stress:a review[J].Annals of Botany,2003,91(2):179–194.

[23] PAYNE R L,SOUTHERN L L.Changes in glutathione peroxidase and tissue selenium concentrations of broilers after consuming a diet adequate in selenium[J].Poultry Science,2005,84(8):1268–1276.

[24] 寇庆,梁咪娟,陶亮亮.酵母硒对肉鸡组织硒含量及抗氧化能力的影响[J].粮食与饲料工业,2012(1):48–50.

[25] ZHAO R Z,SHEN G X.Functional modulation of antioxidant enzymes in vascular endothelial cells by glycated LDL[J].Atherosclerosis,2005,179(2):277–284.

[26] 陈芬芳.刺五加多糖对肉鸡免疫功能和抗氧化性能的研究[D].硕士学位论文.聊城:聊城大学,2015:449–65.

[27] 姚旭,宋慧,沈思捷,等.小刺猴头发酵浸膏多糖对肉鸡抗氧化功能的影响[J].菌物研究,2012,10(4):240–243,249.

[28] LAI F R,WEN Q B,LI L,et al.Antioxidant activities of water-soluble polysaccharide extracted from mung bean (*Vigna radiata* L.) hull with ultrasonic assisted treatment[J].Carbohydrate Polymers,2010,81(2):323–329.

[29] 赵旭.丁酸梭菌对肉鸡脂肪代谢的影响及其机理研究[D].博士学位论文.北京:中国农业大学,2014:31–32.

[30] 杨明升,刘红林,王林云.导致猪肉系水力下降的主要因素及防制措施[J].畜牧与兽医,2002,34(7):14–16.

[31] 李华,曾勇庆,魏述东,等.猪宰后肌肉 SOD 与 MDA 的变化及其对肉质特性的影响[J].畜牧兽医学报,2010,41(3):257–261.

[32] LEE J M,KWON H,JEONG H,et al.Inhibition of lipid peroxidation and oxidative DNA damage by *Ganoderma lucidum*[J].Phytotherapy Research,2001,15(3):245–249.

Effects of Alfalfa Polysaccharide on Growth Performance, Slaughter Performance, Meat Quality and Antioxidant Ability in Male and Female Broilers

YANG Yaoxiang[1] YANG Yu[1]* DONG Xiaofang[2*] TONG Jianming[2]

(1. *College of Animal Science and Veterinary Medicine*, *Shanxi Agricultural University*, *Taigu* 030801, *China*; 2. *Institute of Animal Science*, *Chinese Academy of Agricultural Science*, *Beijing* 100193, *China*)

Abstract: This experiment was conducted to study the effects of alfalfa polysaccharide on growth performance, slaughter performance, meat quality and antioxidant ability in male and female broilers. Four hundred and sixty-eight 1-day-old Arbor Acres (AA) broilers were randomly allocated into 3 groups with 12 replicates (male and female broilers were all six replicates) in each group and 13 broilers per replicate. Group 1 was the control group, which were fed a basal diet, groups 2 and 3 were fed the basal diet supplemented with 1 000 and 2 000 mg/kg AP, respectively. The experiment lasted for 42 days. The results showed as follows: compared with the control group, 1) diet supplemented with 1 000 and 2 000 mg/kg AP had no significant differences in average body weight, average daily feed intake, average daily gain, feed/gain, dressed percentage,

*Corresponding authors: YANG Yu, professor, E-mail: sxauywd@126.com; DONG Xiaofang, associate professor, E-mail: xiaofangd1124@sina.com (责任编辑 菅景颖)

leg muscle percentage and abdominal fate rate of male and female broilers (*P*>0.05), but significantly increased eviscerated percentage and breast muscle percentage of female broilers (*P*<0.05), and diet supplemented with 2000 mg/kg AP also significantly increased breast muscle percentage of male broilers (*P*<0.05). 2) For chest muscle, the $pH_{45\ min}$ of male broilers in 1 000 mg/kg AP group （group 2） was significantly increased (*P*<0.05), while the drip loss rate of male and female broilers and cook loss rate of male broilers were significantly decreased (*P*<0.05); the drip loss rate of male and female broilers and cook loss rate of male broilers in 2 000 mg/kg AP group（group 2）were significantly decreased (*P*<0.05). For leg muscle, the drip loss rate of male and female broilers and shear value of female broilers in 1 000 mg/kg AP group were significantly decreased (*P*<0.05), while the $pH_{24\ h}$ of female broilers was significantly increased (*P*<0.05); the drip loss rate and shear value of female broilers in 2 000 mg/kg AP group were significantly decreased (*P*<0.05). 3) The serum total antioxidant capacity（T-AOC）of male broilers at 21 days of age in 1 000 and 2 000 mg/kg AP groups was significantly increased (*P*<0.05), the serum T-AOC of female broilers at 35 and 42 days of age in 2 000 mg/kg AP group was significantly increased (*P*<0.05), the serum glutathione peroxidase （GSH-Px） activity of male and female broilers at 28 days of age in 2 000 mg/kg AP group was significantly increased (*P*<0.05), and the serum total superoxide dismutase （T-SOD）activity of female broilers at 21 and 35 days of age in 1 000 and 2 000 mg/kg AP groups was significantly increased (*P*<0.05), but diet supplemented with 1 000 and 2 000 mg/kg AP did not significantly affect serum malondialdehyde （MDA） content of male and female broilers (*P*>0.05); moreover, diet supplemented with 1 000 and 2 000 mg/kg AP did not significantly affect T-AOC, GSH-Px activity, T-SOD activity and MDA content in liver and breast muscle of male and female broilers (*P*>0.05). In conclusion, diet supplemented with AP do not significantly affect growth performance, however, it can improve carcass performance, meat quality and serum antioxidant ability of male and female broilers. It is recommended that the optimal supplemental level of AP is 1 000 mg/kg.

Key word: alfalfa polysaccharides; broilers; sex; growth performance; slaughter performance; meat quality; antioxidant ability